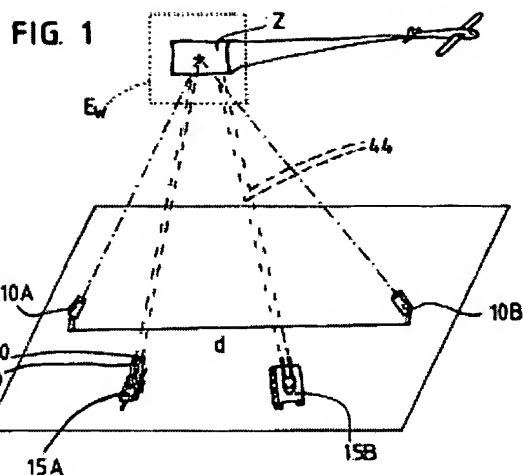


Abstract of EP0529489

A method for measuring the firing error when firing with at least two weapons at a target (Z) which is moving in the air, two TV cameras being arranged enslaved to the target (Z). A sensor (42, 46) is arranged in front of each barrel, which sensor (42, 46) detects a round (4) leaving the barrel (40), without making contact, and produces an electrical signal relating to the time when the round passed, and supplies said electrical signal to the process computer which uses it to form a time gate (56) for the passage of the round through the plane of the target (Ew).





⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: 92114108.1

⑮ Int. Cl. 5: F41J 5/12, G01S 5/16,
F41G 3/26

⑭ Anmeldetag: 19.08.92

⑯ Priorität: 20.08.91 DE 4127324

⑰ Anmelder: Löwe, Günter
Bergstrasse 4
W-5231 Birnbach(DE)

⑰ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.03.93 Patentblatt 93/09

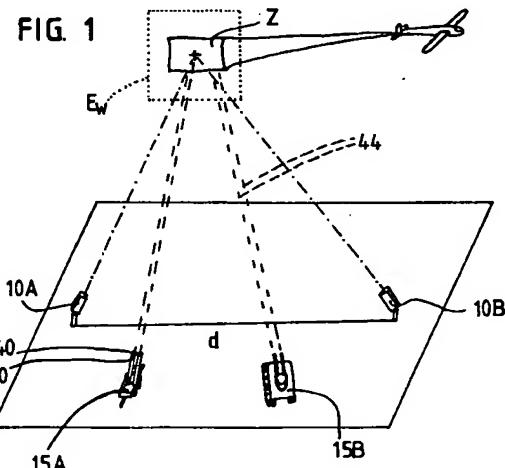
⑱ Erfinder: Löwe, Günter
Bergstrasse 4
W-5231 Birnbach(DE)

⑲ Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB LI NL SE

⑲ Vertreter: Bauer, Wulf, Dr.
Wolfgang-Müller-Strasse 12
W-5000 Köln 51 (DE)

⑳ Verfahren und Vorrichtung zur Schussfehlervermessung beim Schiessen auf ein Luftziel mittels einer Feuerwaffe.

㉑ Verfahren zum Vermessen der Schußfehler beim Schießen von mindestens zwei Waffen auf ein in der Luft bewegliches Ziel (Z), wobei zwei angeordnete TV-Kameras dem Ziel (Z) nachgeführt werden. Vor jedem Rohr wird ein Sensor (42,46) angeordnet, der ein das Rohr (40) verlassendes Geschoß (4) berührungslos erfäßt und ein elektrisches Signal über den Zeitpunkt des Geschoßdurchlaufs erzeugt und an den Prozeßrechner liefert, der hieraus ein Zeittor (56) für den Durchlauf des Geschoßes durch die Zielebene (Ew) bildet.



Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Vermessen der Schußfehler beim Schießen auf ein in der Luft bewegliches Ziel mittels einer Feuerwaffe und zum Aufzeichnen der gemessenen Schußfehler, bei dem die Höhen- und Seitenwinkel des Ziels gegenüber sowie die Entfernung des Ziels von einem Bezugspunkt laufend gemessen und die Daten dieser Messungen in einem Prozeßrechner gespeichert werden, wobei

- a. zwei im Abstand d voneinander angeordnete TV-Kameras auf die Höhen- und Seitenwinkel eingestellt und dem Ziel so nachgeführt werden, daß sich das Ziel immer im Mittelpunkt des Bildes auf den Speicherplatten der TV-Kameras befindet, und
- b. aus der unterschiedlichen Lage der Bildpunkte des Ziels und der Geschosse in den Videobildern der beiden TV-Kameras unter Berücksichtigung der Abstände des Ziels von den beiden TV-Kameras die zweidimensionalen Abstände der Geschoßprojektionen auf die jeweilige, durch das Ziel gehende Bildebene vom Ziel ermittelt und dem Rechner zugeleitet werden, der hieraus unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Kamerastandorte den Ort des Geschosses berechnet, an dem es sich in dem Zeitpunkt befindet, an dem sich das Ziel an der Stelle des theoretischen Treffpunktes befindet, auf den die Feuerwaffe im Zeitpunkt des Abfeuerns hätte gerichtet sein müssen, hiermit und aus dem gemessenen Ort des Ziels, an dem sich dieses zum selben Zeitpunkt befindet, den Abstand der Projektionen auf die senkrecht zur Verbindungsline von einer TV-Kamera zum Ziel stehende Ebene, in der sich jeweils das Ziel befindet, des Geschosses im genannten Zeitpunkt vom Ziel berechnet und hieraus die Abstände des Geschosses vom Ziel in einer senkrecht zur Verbindungsline von Feuerwaffe zum Ziel befindlichen Zielebene berechnet und angezeigt.

Weiterhin bezieht sich die Erfindung auf eine Schußfehler-Vermessungs-Anlage zur Durchführung dieses Verfahrens mit zwei TV-Kameras zum Verfolgen des beweglichen Ziels in der Luft, mit einem Höhen- und Seiten-Codiergerät zum Messen der Lage der Sichtziellinie, mit einem Entfernungsmesser zum Bestimmen der Entfernung des Ziels vom Bezugspunkt, mit einem Prozeßrechner, der mit dem Codiergerät und dem Entfernungsmesser verbunden ist und so ausgebildet ist, daß er durch ein Programm steuerbar ist, durch welches aus den aus der unterschiedlichen Lage der Bildpunkte des Ziels und der Geschosse in den Videobildern der beiden TV-Kameras unter Berücksichtigung der Abstände des Ziels von den beiden TV-Kameras die zweidimensionalen Abstände der Geschoßprojektionen auf die jeweilige, durch das Ziel gehende Ebene vom Ziel ermittelten und dem

5 Rechner zugeleiteten Daten die Abstände in der senkrecht zur Verbindungsline von Feuerwaffe zum Ziel befindlichen Zielebene berechnet werden, mit einem Zielverfolgungsgerät zum Richten der beiden TV-Kameras auf das Ziel und mit einem Analog-Digital-Wandler, um den auf den Speicherplatten der beiden TV-Kameras erscheinenden Abstand zwischen den Bildpunkten des Ziels und den Bildpunkten des Geschosse in digitale Form umzusetzen.

10 Dieses Verfahren und diese Schußfehler-Vermessungsvorrichtung sind aus der EP-C-18 673 (DE-C-30 69 857) bekannt. Der Inhalt dieser Patentschrift gehört vollständig zum Inhalt der Offenbarung der vorliegenden Erfindung. Bei dem vorbekannten Verfahren und der vorbekannten Vorrichtung hat es sich jedoch als schwierig erwiesen, bei annähernd gleichzeitigem Schießen von mindestens zwei Waffen mit gleichem Auftrag gegen das gleiche Luftziel die Geschosse einer Waffe bzw., bei Schnellfeuerwaffen mit mehreren Röhren, einem Rohr der Waffe zuzuordnen. Das annähernd gleichzeitige Schießen von zwei Waffen mit gleichem Auftrag gegen das gleiche Ziel würde jedoch die Zielerstellungszeit erheblich verkürzen.

15 Hier setzt die Erfindung ein. Sie hat es sich zur Aufgabe gemacht, das vorbekannte Verfahren und die nach diesem Verfahren arbeitende Vorrichtung der eingangs genannten Art dahingehend weiterzuentwickeln und zu verbessern, daß es ermöglicht wird, bei jedem Geschoß, das von den TV-Kameras erfaßt wird, dasjenige Rohr anzugeben, aus dem das Geschoß abgefeuert wurde.

20 25 30 35 40 45 Hier setzt die Erfindung ein. Sie hat es sich zur Aufgabe gemacht, das vorbekannte Verfahren und die nach diesem Verfahren arbeitende Vorrichtung der eingangs genannten Art dahingehend weiterzuentwickeln und zu verbessern, daß es ermöglicht wird, bei jedem Geschoß, das von den TV-Kameras erfaßt wird, dasjenige Rohr anzugeben, aus dem das Geschoß abgefeuert wurde.

Verfahrensmäßig wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß vor jedem Rohr ein Sensor angeordnet wird, der ein das Rohr verlassendes Geschoß berührungslos erfäßt und ein elektrisches Signal über den Zeitpunkt des Geschoßdurchlaufs erzeugt und an den Prozeßrechner liefert. Vorrichtungsmäßig wird diese Aufgabe gelöst durch einen vor der Rohrmündung angeordneten, ein Geschoß berührungslos erfassenden Sensor, der über eine elektrische Zuleitung mit dem Prozeßrechner verbunden ist.

45 50 55 Erfindungsgemäß wird also dem Prozeßrechner jeweils bereits ein Signal im Moment des Geschoßabganges (exakt: des Geschoßdurchlaufs am Sensor) gegeben. Aus der bekannten Zielerfahrung und mit Hilfe der sonstigen, bekannten ballistischen Daten, beispielsweise Geschoßanfangsgeschwindigkeit v_0 , Windgeschwindigkeit, Wirkung der Erddrehung etc. kann damit der Zeitpunkt errechnet werden, an dem das erfaßte Geschoß durch die Zielebene bzw. eine senkrecht zur Verbindungsline einer TV-Kamera zum Ziel stehende Ebene hindurchtritt. Bei annähernd gleichzeitigem Schießen aus mindestens zwei Röhren kann zudem noch über die Geschoßflugbahn im Bereich des Ziels

zwischen den Rohren unterschieden werden, aus denen die mehr oder weniger gleichzeitig abgefeuerten Geschosse stammen. Geht ein Geschoß so weit am Ziel vorbei, daß es von den TV-Kameras nicht erfaßt wird, so wird keine Messung durchgeführt, der Rechner erwartet zu einem vorgegebenen Zeitpunkt ein Geschoß in der Zielebene, wird dieses jedoch nicht aufgefunden, so erfolgt keine Vermessung, jedoch eine Anzeige, daß das betreffende Geschoß nicht aufgefunden werden konnte.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung gibt der Prozeßrechner für jedes einzelne Geschoß, das mit einem Sensor erfaßt wurde, einen zeitlichen Erwartungswert, anders ausgedrückt ein Zeitor, vor, innerhalb welchen Wertes das Geschoß sich in der Zielebene befinden müßte, für den Fall, daß innerhalb eines Zeitintervalls zwei Geschosse die Zielebene passieren, wird aus der ohnehin errechneten, nämlich für die Berechnung der kürzesten Entfernung des Geschosses von dem Flugziel benötigten Flugbahn auf das Rohr geschlossen, aus dem ein bestimmtes Geschoß abgefeuert würde. Hierbei macht man sich im Prozeßrechner die Tatsache zugrunde, daß aus jedem Rohr jeweils mehrere Feuerstöße abgegeben werden und damit die charakteristische Flugbahn der Geschosse eines Rohres aus vorhergehenden oder nachfolgenden Geschossen ermittelt werden kann.

Schließlich erleichtert sich die Auswertung im Prozeßrechner noch dadurch, daß die typischerweise eingesetzten Schnellfeuerwaffen jeweils eine typische, für die einzelne Feuerwaffe individuelle Geschoßfolge (fingerprint) aufweisen. Die Geschoßfolge ist entweder in einem Zwischenrechner, der zwischen Sensor und Prozeßrechner angeordnet ist (und Teil des Prozeßrechners sein kann) eingespeichert, oder sie wird jeweils über den dem Rohr zugeordneten Sensor neu erfaßt. Sobald ein bestimmtes Rohr zu feuern beginnt, also der diesem Rohr zugeordnete Sensor das erste Geschoß erfaßt, kann der Prozeßrechner angeben, wann die nachfolgenden Geschosse dieses Rohres zu erwarten sind. Als Nebeneffekt können mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung für ein bestimmtes Rohr sogar Ermüdungserscheinungen oder andere Abweichungen, die die Geschoßfrequenz beeinflussen, erfaßt werden.

Unter dem Begriff Sensor werden allgemein Einrichtungen zur optischen, elektrischen und/oder magnetischen Erfassung eines Geschosses verstanden, die berührungslos arbeiten. Besonders geeignete Sensoren in diesem Sinne für die Durchführung der Erfindung sind vor der Mündung angeordnete Induktionsspulen, die von den Geschossen durchflogen werden. Sie können Passiv arbeiten, also den induzierten Stromstoß beim Durchlauf eines Geschosses erfassen. Vorzugsweise sind sie jedoch Bestandteil eines Oszillators, also erregte

Induktionsspulen, deren Induktivität sich während des Geschoßdurchlaufs ändert, weil sich während des Geschoßdurchlaufs die Permeabilität des Materials innerhalb der Induktionsspule ändert. Schließlich können auch optische Verfahren, beispielsweise Lichtschranken, eingesetzt werden.

Als sehr vorteilhaft hat es sich erwiesen, jedem Rohr nicht nur einen Sensor dieser Art, sondern einen weiteren, in genau bestimmtem Abstand vom ersten angeordneten Sensor vorzusehen. Auch sein Signal wird dem Prozeßrechner zugeleitet. Dieser kann aus dem zeitlichen Abstand des Durchtrittes durch die beiden Sensoren und dem bekannten räumlichen Abstand der beiden Sensoren die jeweilige Geschoßanfangsgeschwindigkeit v_0 ermitteln. Mit Hilfe dieses Wertes kann noch präziser der jeweilige Zeitpunkt errechnet werden, an dem das erfaßte Geschoß durch die Zielebene hindurchtreten müßte.

Die erfindungsgemäßen Sensoren ermöglichen es schließlich, die gesamte Vermessungs-Anlage immer nur dann zu aktivieren, wenn ein Sensor einen Geschoßdurchlauf erfaßt hat. Die Anlage bleibt dann zumindest solange aktiviert, bis der Durchlauf des zugehörigen Geschosses durch die Zielebene auf jeden Fall erfolgt sein müßte, bis also das Zeitor überschritten ist und/oder die Zeitdauer vergangen ist, innerhalb welcher dasselbe Rohr üblicherweise den nächsten Schuß abgibt. Außerhalb dieses Zeitraumes bzw. dieser Zeiträume befindet sich die Vermessungs-Anlage in einem Ruhezustand (sleeping mode). Im Ruhezustand ist der Prozeßrechner im wesentlichen inaktiv, weiterhin können einzelne Geräte, beispielsweise das Entfernungsmeßgerät, das Ziilverfolgungsgerät abgeschaltet sein, schließlich ist es möglich, die TV-Kameras abzuschalten oder gar zu schützen, beispielsweise gegen unbeabsichtigten Einfall von Sonnenlicht.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den übrigen Ansprüchen sowie der nun folgenden Beschreibung eines nicht einschränkend zu verstehenden Ausführungsbeispiels der Erfindung, das zugleich der Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens dient. Es wird in der Zeichnung näher erläutert, in dieser zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer Schußfehler-Vermessungs-Anlage nach der Erfindung,

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung, schematische Darstellung einer Rohrmündung mit davor angeordneten Sensoren,

Fig. 3 ein Zeitdiagramm für die bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erzeugten Impulse im Zusammenhang mit den Sensoren,

Fig. 4 ein Zeitdiagramm entsprechend Fig. 3

für ein Geschoß, daß gleichzeitig mit dem Geschoß nach Fig. 3 in der Ziel-ebene eintrifft und

Fig. 5 ein Zeitdiagramm für die von dem Sensor eines Rohrs gelieferten Impulse mit zugehörigen Codesignal für eine Schußfolge von vier Schüssen.

An den Endpunkten einer vermessenen Basis sind im Abstand d voneinander zwei Richt- und Aufnahmegeräte A und B angeordnet. Sie enthalten jeweils einen optronischen Sensor, der im Bereich des sichtbaren Lichtes und/oder im IR-Bereich arbeitet, hier kurz Fernsehkamera, auch TV-Kamera, genannt, einen Analog-Digital-Wandler und ein Zielverfolgungsgerät, z.B. ein Infrarot-Zielverfolgungsgerät. Als Zielverfolgungsgerät kann auch der optronische Sensor (Fernsehkamera) verwandt werden. Weiterhin ist im Richt- und Aufnahmegerät A zusätzlich noch ein Laser-Entfernungsmesser angeordnet.

Die optischen Achsen der Fernsehkameras 10A bzw. 10B stehen immer parallel zur optischen Achse des zugehörigen Infrarot-Zielverfolgungsgerätes bzw. des Laser-Entfernungsmessers. Das zu verfolgende Ziel Z liegt in Form einer Schleppscheibe vor, es hat eine Infrarotquelle (markiert durch Zeichen +) im Frequenzbereich der Zielverfolgungsgeräte. Andere Ausbildungen sind möglich, z.B. Ziel ist ein Flugkörper. Mit Hilfe der Zielverfolgungsgeräte werden die beiden TV-Kameras so gerichtet, daß sich das Ziel Z immer im Mittelpunkt des Bildes befindet. In Fig. 1 ist dies durch strichpunktisierte Linien angedeutet.

Zwei Feuerwaffen 15A und 15B mit jeweils zwei Rohren 40 sind auf das Ziel Z gerichtet und versuchen, dieses zu treffen. Die Sichtziellinien sind für jedes Rohr gestrichelt eingezeichnet. Für die Waffe 15A ist punktiert die zugehörige Zielebene E_w eingezeichnet. Sie verläuft senkrecht zur Sichtziellinie. Für die Feuerwaffe 15B gilt eine andere Zielebene.

Wie in der EP-C-18 673 beschrieben, werden die von den Feuerwaffen 15A und 15B abgefeuerten Geschosse G (Fig. 2), sobald sie auf den Speicherplatten der TV-Kameras erscheinen, erfaßt und numerisch in den Prozeßrechner eingegeben. Die Einzelheiten der Auswertung ergeben sich aus der genannten Patentschrift.

Vor jedem Rohr 40 ist, wie Fig. 2 zeigt, mindestens ein Sensor 42 angeordnet, der im Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 als Induktionsspule ausgebildet ist. Zur Vereinfachung der Darstellung hat diese lediglich zwei Windungen. Sie ist konzentrisch zur Rohrachse 44 angeordnet und hat einen so großen Innendurchmesser, daß die Geschosse G berührungslos durch die Induktionsspule hindurch fliegen können, wie Fig. 2 zeigt. Im festen Abstand 1, beispielsweise im Abstand $1 = 10$ cm,

ist ein zweiter Sensor 46 gleichachsig zum ersten Sensor 42 angeordnet, er ist baugleich mit dem ersten Sensor 42. Beide Sensoren sind jeweils an einen Oszillator 48 angeschlossen. Sobald, wie in Fig. 2 dargestellt, ein Geschoß durch eine Induktionsspule hindurchfliegt, verändert sich deren Induktivität. Dies hat die Folge, daß sich die Frequenz des zugehörigen Oszillators 48 ändert. Über eine geeignete, ansich bekannte Diskriminatorschaltung wird bei einer bestimmten Verstimmung ein Ausgangssignal abgegeben, das am Ausgang 50 erscheint. Dieser Ausgang 50 ist mit dem Prozeßrechner verbunden.

Die nach Durchgang eines Geschoßes G eines Rohres 40 durch die beiden Sensoren 42, 46 an den jeweiligen Ausgängen 50 anliegenden Impulse sind in den Fig. 3 und 4 mit 52 und 55 bezeichnet. Aus ihrem zeitlichen Abstand, der bei $1 = 10$ cm beispielsweise im Bereich von 0,1 ms liegt, kann die Geschoßanfangsgeschwindigkeit v_0 errechnet werden.

Sobald ein Impuls 52 des ersten Sensors 42 dem Prozeßrechner zugeleitet wird, errechnet dieser mit Hilfe der bekannten oder gemessenen Geschoßanfangsgeschwindigkeit v_0 , der gemessenen oder errechneten Zielentfernung des Geschützes 15 A vom Ziel Z und eventuell weiteren Korrekturwerten, wie beispielsweise Windgeschwindigkeit, Richtung der Erdanziehung usw. den Zeitpunkt, an dem das erfaßte Geschoß G die Zielebene E_w durchfliegen wird. Der entsprechende Wert ist als Erwartungswert bzw. Zeittor 56 in den Figuren 3 und 4 eingezeichnet.

Sobald das Geschoß G von den TV-Kameras erfaßt wird, also auf deren Speicherplatten erscheint, erfolgt eine Auswertung des jeweiligen Ortes des Geschoßes durch den Prozeßrechner. Die TV-Kameras erzeugen eine gewisse Anzahl von Halbbildern pro Sekunde, beispielsweise fünfzig Halbbilder pro Sekunde. In Abhängigkeit von dieser Bildfrequenz erfolgt aus der Bildauswertung die Berechnung des zum jeweiligen Zeitpunkt vorliegenden Ortes des Geschoßes in drei Dimensionen. In den Figuren 3 und 4 sind die für den Ort des Geschoßes G zu einem Zeitpunkt charakteristischen Signale durch Impulse 58 dargestellt. Aus beiden Figuren Fig. 3 und 4 ist zu ersehen, daß die im wesentlichen mit gleichen Zeitabständen anfallenden Impulse 58 normalerweise nicht exakt für den Zeitpunkt vorliegen, bei dem das Geschoß G durch die Zielebene E_w fliegt. Vielmehr wird aus den Signalen 58 eine Geschoßbahn errechnet und im Prozeßrechner ermittelt, welchen Ort das Geschoß zur Zeit des Zeittors 56 hat.

Erfindungsgemäß wird pro registriertem Geschoß, also pro Impuls 52, den ein erster Sensor 42 abgegeben hat, ein Zeittor 56 gebildet. Das Geschoß G, das während des Zeittors 56 die zuge-

hörige Zielebene E_w durchfliegt, wird dem Rohr 40 zugeordnet, dessen erster Sensor 42 den zugehörigen Impuls 52 abgegeben hat. Dadurch ist eine Zuordnung jedes Geschosses G zum Rohr 40, das das Geschoß G abgefeuert hat, möglich.

Ein Problem tritt jedoch auf, wenn die Zeittore 56 zweier unterschiedlicher Geschosse überlappen. Dieser Fall wird im folgenden durch Vergleich der Figuren 3 und 4 erläutert. Fig. 3 zeigt die Impulsfolge für ein erstes Geschoß, Fig. 4 für ein zweites, aus einem anderen Rohr abgefeuertes Geschoß G. Ein Vergleich der beiden Figuren zeigt, daß es nicht notwendigerweise auf den gleichen Abschußzeitpunkt des Geschosses ankommt. Vielmehr ist das Geschoß G nach Fig. 3 etwas vor dem Geschoß G nach Fig. 4 abgefeuert worden, denn der Impuls 52 nach Fig. 3 liegt zeitlich etwas früher als der entsprechende Impuls 52 für das Geschoß G nach Fig. 4. Entscheidend ist für die Auswertung lediglich, daß im gegebenen Fall die Zeittore 56 überlappen, was durch die gestrichelte Linie angedeutet ist. In diesem Fall ist allein aus der Auswertung des Zeitpunktes des Durchlaufs des Geschosses G durch die jeweilige Zielebene keine eindeutige Zuordnung zum abfeuernden Rohr 40 möglich. Eine Zuordnung wird aber dadurch erreicht, daß insgesamt aus den Impulsen 48 für jedes einzelne Geschoß eine Flugbahn errechnet wird, diese Flugbahn wiederum kann verglichen werden mit den Flugbahnen vorausgegangener oder nachfolgender Geschosse desselben Rohres 40. Aus dem Unterschied der Flugbahnen kann der Prozeßrechner eine eindeutige Zuordnung des Geschosses zum Rohr treffen.

Da die Erfassung eines Geschosses mit Hilfe der Sensoren 42, 46 sehr präzise durchgeführt werden kann, kann das Zeitor 56 einerseits sehr präzise angegeben werden, andererseits sehr kurz gewählt werden. Dadurch ist es in der Praxis möglich, auch bei aus Waffen mit mehreren Rohren abgefeuerten Geschossen jedes Geschoß demjenigen Rohr zuzuordnen, aus dem es abgefeuert wurde. Schnellfeuerwaffen mit mehreren Rohren haben eine typische, unverwechselbare Geschoßfolge (fingerprint) für jeweils einen bestimmten Feuerstoß. Der fingerprint wird jeweils erfaßt aufgrund der Zeitfolge der Impulse 52. Dadurch wird folgende, vereinfachte Auswertung möglich: Nach erfolgter Bildauswertung hat der Rechner einerseits die Zeiten des Geschoßdurchlaufs durch die jeweilige Zielebene und den zugehörigen, kürzesten Abstand des Geschosses G vom Ziel gespeichert. Andererseits ist im Rechner der fingerprint, also die Zeitfolge der Impulse 52, abgespeichert. Alle Schüsse, die in der Zeitfolge des fingerprints eines Rohres anfallen, werden diesem zugeordnet, entsprechend wird mit den anderen Rohren vorgegangen. Als zusätzliches Unterscheidungsmerkmal

wird für jedes Rohr 40 den Impulsen 52 ein rohereigentümlicher Code 62 mitgegeben. Dieser Code 62 wird durch die Impulse 52 ausgelöst und folgt ihnen unmittelbar (Fig. 5). Diese Codierung bringt den Vorteil, daß zeitlich dicht beieinander liegende Schüsse diskriminiert werden können.

Erfindungsgemäß wird somit jeder einzelne Schuß, also jedes einzelne Geschoß G, verfolgt, gewissermaßen "buchhalterisch", erfaßt. Im Prozeßrechner wird daher für jedes Rohr eine Zeittor-Bank aufgebaut, die aus dem "Fingerprint" der Impulse 52 und dem rohereigentümlichen Code 62 besteht. Geschosse G, die nicht in den Erfassungsbereich der TV-Kameras gelangen, werden als solche registriert, das für sie gebildete Zeitor 56 wird gelöscht, sobald kein Ereignis in das Zeitor 56 hineinfällt. Bei zwei Geschossen mit überlappenden Zeittoren 56 wird auch noch berücksichtigt, welche Lage die zuvor und danach abgefeuerten Geschosse aus den jeweiligen Rohren haben, liegen beispielsweise alle Geschosse eines Rohres außerhalb der Erfassungsbereiche der beiden TV-Kameras, so wird auch für das "gleichzeitige" Geschoß dieses Rohres eine Lage außerhalb des Erfassungsbereichs angenommen und das andere (gleichzeitige) Geschoß dem anderen Rohr zugeordnet. Sind beide gleichzeitigen Geschosse außerhalb der Erfassungsbereiche, ist eine Unterscheidung nicht notwendig.

Auf dem vom Rechner erstellten und mittels einer geeigneten Ausgabeeinheit, beispielsweise einem Plotter oder einem Monitor erstellten Trefferbild, wird jeweils auch die Anzahl der Geschosse angegeben, die mittels der TV-Kameras nicht erfaßbar waren. Weiterhin wird eine Zeitfolge der Geschosse, beispielsweise Durchnumerierung jeder Geschoßgarbe, angegeben.

Läßt die mittels der beiden Sensoren 42, 46 ermittelte Geschoßanfangsgeschwindigkeit v_0 nach oder steigt sie an, wird vom Rechner eine entsprechende Meldung abgegeben, es kann dann eine Überprüfung des Rohres erfolgen. Ebenso wird eine Meldung herausgegeben, wenn die Geschoßfolgefrequenz von einem Frequenzbereich, der für das Rohr typisch ist, abweicht.

Anhand von Fig. 5 wird eine Verbesserung des bisher beschriebenen Verfahrens diskutiert: Den von den Sensoren 42, 44 gelieferten Impulsen 52, 54 wird jeweils ein charakteristischer, dem zugehörigen Rohr 40 eigentümlicher Code 62 in Form eines Codesignals zugefügt. Diese Hinzufügung kann bereits im Sensor 42, 46 selbst erfolgen, durch einen dort angeordneten Signalgeber oder durch die spezielle Ausbildung des Sensors, beispielsweise zwei Spulen entsprechend Fig. 2 für das erste Rohr 40, drei Spulen entsprechend Fig. 2 für das zweite Rohr usw. Die Hinzufügung des Codes 62 kann aber auch im Prozeßrechner selbst

erfolgen. Der Prozeßrechner ist hardwaremäßig mit den Sensoren 42, 46 verdrahtet (eventuell über Funkstrecke). Als sehr vorteilhaft hat es sich erwiesen, den Code 62 zusätzlich für jeden Schuß noch geringfügig zu ändern, also jeden Schuß praktisch mitzuzählen. Dabei wird dem ersten Schuß von einem Feuerstoß ein rohrtypischer Code 62 zugeordnet, der beim zweiten Schuß geringfügig geändert wird usw.

Durch die Zuordnung eines Codes 62 wird die Verarbeitung der Impulse 52, 54 im Prozeßrechner vereinfacht. Zugleich kann bei im Sensor angeordneten Codegebern der korrekte Anschluß der Sensoren 42, 46 geprüft werden.

Anstelle der genannten EP-C-18 673, sowie gegebenenfalls ergänzend hierzu, kann auch - und insbesondere für die Formulierung der Ansprüche - der Offenbarungsgehalt des japanischen Patents 1 540 513 und/oder des US-Patents 4333106 herangezogen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Vermessen der Schußfehler beim Schießen auf ein in der Luft bewegliches Ziel (Z) mittels einer Feuerwaffe (15) und zum Aufzeichnen der gemessenen Schußfehler, bei dem die Höhen- und Seitenwinkel des Ziels (Z) gegenüber sowie die Entfernung des Ziels (Z) von einem Bezugspunkt laufend gemessen und die Daten dieser Messungen in einem Prozeßrechner gespeichert werden, wobei zwei im Abstand d voneinander angeordnete TV-Kameras auf die Höhen- und Seitenwinkel eingestellt und dem Ziel (Z) so nachgeführt werden, daß sich das Ziel (Z) immer im Mittelpunkt des Bildes auf den Speicherplatten der TV-Kameras befindet, und aus der unterschiedlichen Lage der Bildpunkte des Ziels (Z) und der Geschosse (G) in den Videobildern der beiden TV-Kameras unter Berücksichtigung der Abstände des Ziels (Z) von den beiden TV-Kameras die zweidimensionalen Abstände der Geschoßprojektionen auf die jeweilige, durch das Ziel (Z) gehende Bildebene vom Ziel (Z) ermittelt und dem Rechner (14) zugeleitet werden, der hieraus unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Kamerastandorte den Ort des Geschosse (G) berechnet, an dem es sich in dem Zeitpunkt befindet, an dem sich das Ziel an der Stelle des theoretischen Treffpunktes befindet, auf den die Feuerwaffe (15) im Zeitpunkt des Abfeuerns hätte gerichtet sein müssen, hiermit und aus dem gemessenen Ort des Ziels (Z), an dem sich dieses zum selben Zeitpunkt befindet, den Abstand der Projektionen auf die senkrecht zur Verbindungsgeraden von einer TV-Kamera zum

5 Ziel (Z) stehende Ebene, in der sich jeweils das Ziel (Z) befindet, des Geschosse (G) im genannten Zeitpunkt vom Ziel (Z) berechnet und hieraus die Abstände des Geschosse (G) vom Ziel (Z) in einer senkrecht zur Verbindungsgeraden von Feuerwaffe (15) zum Ziel (Z) befindlichen Zielebene (E_w) berechnet und angezeigt, dadurch gekennzeichnet, daß vor jedem Rohr ein Sensor (42, 46) angeordnet wird, der ein das Rohr (40) verlassendes Geschoß (G) berührungslos erfaßt und ein elektrisches Signal über den Zeitpunkt des Geschoßdurchlaufs erzeugt und an den Prozeßrechner liefert, der hieraus ein Zeitwert (56) für den Durchlauf des Geschosse durch die Zielebene (E_w) bildet.

10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Rohr zwei Sensoren, die in einem festen Abstand 1 voneinander angeordnet sind, zugeordnet sind und daß aus dem zeitlichen Abstand der von den Sensoren (42, 46) gelieferten Impulse (52, 54) die Geschoßanfangsgeschwindigkeit v_0 errechnet wird.

15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei überlappenden Zeitwerten (56) zweier Geschosse (G) zur Identifizierung des Rohres (40), aus dem das jeweilige Geschoß abgefeuert wurde, zusätzlich die Geschoßbahnen der zuvor und/oder danach aus demselben Rohr (40) abgefeuerten Geschosse (G) berücksichtigt werden.

20 35 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß den Impulsen (52, 54) ein dem zugehörigen Rohr (40) eigentümlicher Code (62) zugeordnet wird.

30 40 45 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner Geschosse (G), die nicht von den TV-Kameras erfaßt werden konnten, erfaßt und für sie einen Ausdruck erstellt.

50 55 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner bei Abweichungen von der typischen Geschoßfolgefrequenz und/oder bei Abweichungen von der normalen Geschoßanfangsgeschwindigkeit v_0 eine Fehlermeldung liefert.

7. Schußfehler-Vermessungs-Anlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit zwei TV-Kameras zum Verfolgen des beweglichen Ziels (Z) in der Luft, mit einem Höhen- und Seiten-Codiergerät zum Messen der Lage der Sichtziellinie, mit

einem Entfernungsmesser zum Bestimmen der Entfernung des Ziels vom Bezugspunkt, mit einem Prozeßrechner, der mit dem Codiergerät und dem Entfernungsmesser verbunden ist und so ausgebildet ist, daß er durch ein Programm steuerbar ist, durch welches aus den aus der unterschiedlichen Lage der Bildpunkte des Ziels und der Geschosse (G) in den Videobildern der beiden TV-Kameras unter Berücksichtigung der Abstände des Ziels von den beiden TV-Kameras die zweidimensionalen Abstände der Geschoßprojektionen auf die jeweilige, durch das Ziel gehende Ebene vom Ziel ermittelten und dem Rechner zugeleiteten Daten die Abstände in der senkrecht zur Verbindungslinie von Feuerwaffe (15) zum Ziel (Z) befindlichen Ziellebene (E_w) berechnet werden, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Rohrmündung jedes Rohres (40) ein Sensor (42) angeordnet ist, der über eine elektrische Zuleitung mit dem Prozeßrechner verbunden ist.

5

10

15

20

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß vor jeder Rohrmündung zwei Sensoren (42, 46) im festen Abstand 1 voneinander angeordnet sind.

25

30

35

40

45

50

55

7

FIG. 1

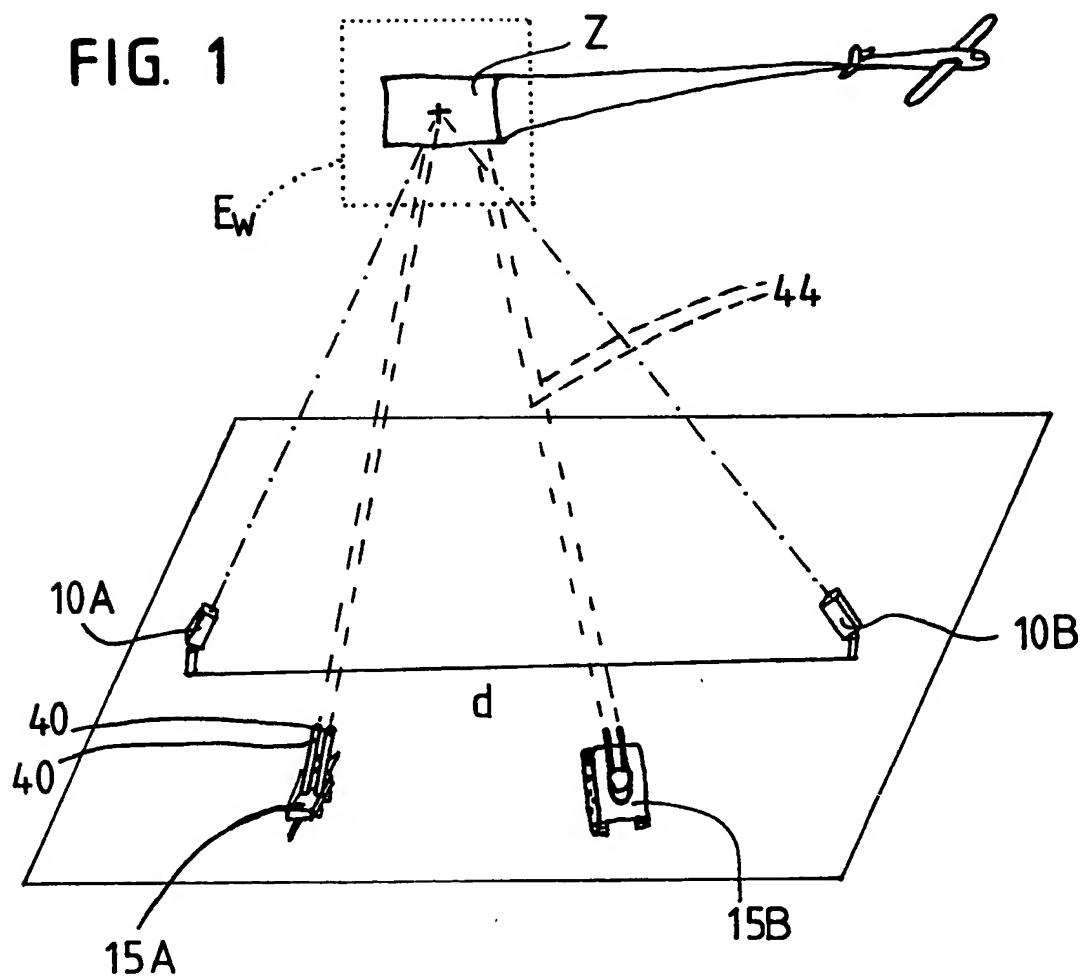
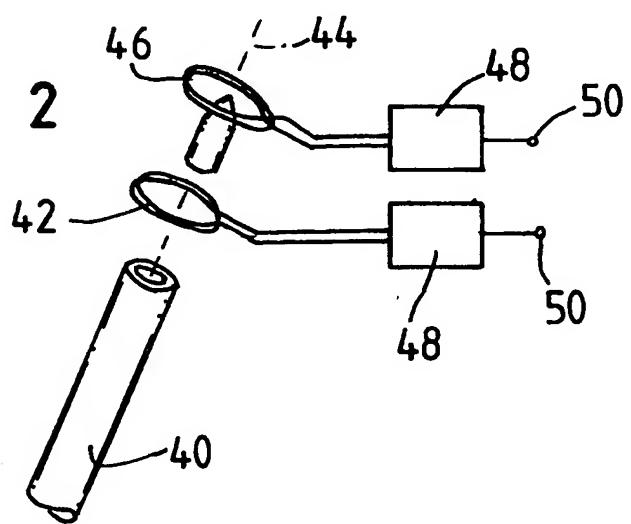
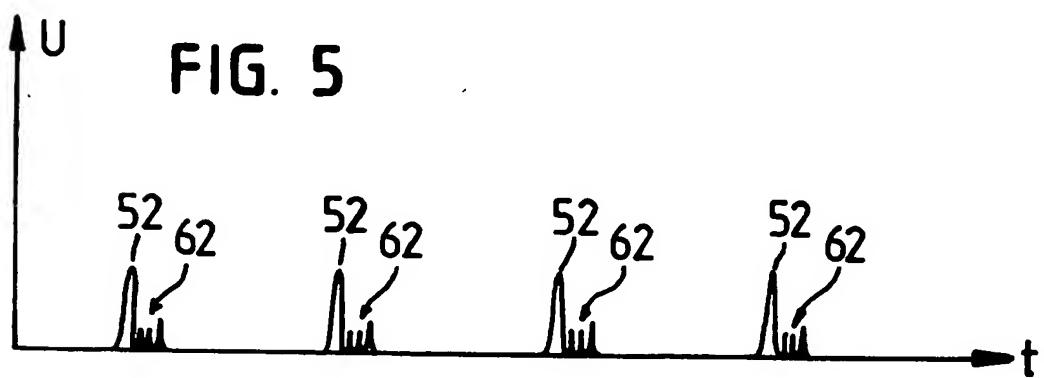
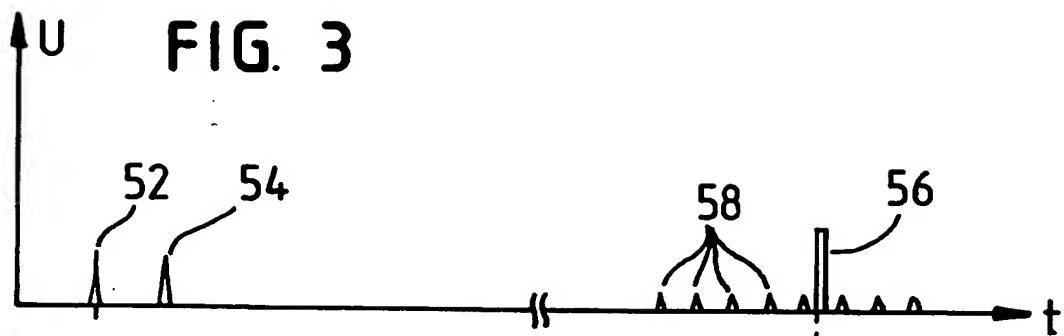


FIG. 2







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 4108

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. CL5)	
Kategorie	Kenntzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrieb Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. CL5)	
A	EP-A-0 018 332 (WEIBULL) * Zusammenfassung; Seiten 1-4; Figuren * ---	1	F 41 J 5/12 G 01 S 5/16 F 41 G 3/26	
A	DE-A-3 002 467 (BAUMER) * Seite 6, Zeile 8 - Seite 7, Zeile 14; Figur *	1		
D,A	EP-A-0 018 673 (OERLIKON) * Zusammenfassung; Seite 4, Zeile 19 - Seite 9, Zeile 24; Figuren *	1		
P,A	EP-A-0 442 112 (TOPCON) * Zusammenfassung; Spalten 7-12; Spalte 13, Zeilen 1-22; Figuren 1,2,6 *	1,3		
A	US-A-3 793 481 (RIPLEY) * Spalte 1, Zeilen 5-24; Spalte 2, Zeile 25 - Spalte 13, Zeile 33; Figuren 1-9 *	1		
A	DE-A-2 402 204 (FICHT) * Patentansprüche; Figuren 1-6 *	1		
A	US-A-3 798 795 (MICHELSSEN) * Zusammenfassung; Spalte 3, Zeile 32; Spalte 12, Zeile 6; Figuren 1,4,10-12A *	1	F 41 J G 01 S F 41 G	
	---	-/-		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. CL5)	
Recherchemat	Abrechnungszeit der Recherche	Prüfer		
DEN HAAG	01-10-1992	RODOLAUSSE P.E.C.C.		
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorie oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument A : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet				
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie				
A : technologischer Hintergrund				
O : nichtschriftliche Offenbarung				
P : Zwischenliteratur				



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Seite 2

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 4108

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE									
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. CLS)						
A	GB-A-2 078 914 (WEGMANN) * Das ganze Dokument * ---	1							
A	GB-A-2 099 964 (WEGMANN) * Das ganze Dokument * ---	1							
A	GB-A-2 080 502 (WEGMANN) * Das ganze Dokument * ---	1							
A	DE-A-3 025 161 (VEREINIGTE FLUGTECHNISCHE WERKE) * Seite 8, Zeile 1 - Seite 10, Zeile 24; Figuren 1,2 * ---	1							
A	US-A-4 786 167 (ROTHBONE) * Das ganze Dokument * ---	4							
A	EP-A-0 088 547 (AUSTRALASIAN TRAINING AIDS) -----		RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. CLS)						
<p>Der vorliegende Recherchebericht wurde für alle Patentansprüche erstellt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Recherchort</td> <td style="width: 33%;">Abschlußdatum der Recherche</td> <td style="width: 34%;">Prüfer</td> </tr> <tr> <td>DEN HAAG</td> <td>01-10-1992</td> <td>RODOLAUSS P.E.C.C.</td> </tr> </table> <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus einem Grunde angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>				Recherchort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	DEN HAAG	01-10-1992	RODOLAUSS P.E.C.C.
Recherchort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer							
DEN HAAG	01-10-1992	RODOLAUSS P.E.C.C.							